

Tipo de artículo: Artículo original

Sugerencias para la enseñanza en Ingeniería de asignaturas que no son de la especialidad

Suggestions for teaching in Engineering of non-specialty subjects

Tito Díaz Bravo ^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-8428-7461>

Ailec Granda Dihigo ²  <https://orcid.org/0000-0001-9009-5899>

María Teresa Pérez Pino ³  <https://orcid.org/0000-0001-5923-204X>

¹ Centro de Innovación de la Calidad Educativa, Universidad de las Ciencias Informáticas. Km 2½, Autopista a San Antonio. La Habana. tdiaz@uci.cu

² Centro de Innovación de la Calidad Educativa, Universidad de las Ciencias Informáticas. Km 2½, Autopista a San Antonio. La Habana. ailecg@uci.cu

³ Centro de Innovación de la Calidad Educativa, Universidad de las Ciencias Informáticas. Km 2½, Autopista a San Antonio. La Habana. mariatpp@uci.cu

* Autor para correspondencia: tdiaz@uci.cu

Resumen

En los Planes de Estudio de las carreras de ingeniería y otras de nivel universitario, las asignaturas que no son del núcleo de la especialidad en cuestión, representan una proporción significativa de horas. Se aprecia por vías diferentes que existen carencias en profesores de dichas asignaturas, en lo concerniente a priorizar debidamente aspectos generales esenciales planteados en esos documentos rectores. Con una labor docente más intencionada estos profesores podrán elevar la calidad de su trabajo formativo en distintas dimensiones y hacer más efectivo el carácter intra, inter y transdisciplinario de su actividad, contribuyendo de este modo en mayor medida a los objetivos que se plasman en el Plan de estudio de la carrera en que se ocupen. Se presentan los resultados de una investigación cualitativa y documental, comentando aspectos esenciales expuestos en valiosos documentos. El objetivo del presente trabajo es realizar sugerencias para la enseñanza en la ingeniería, a tomar en consideración por profesores de asignaturas que no sean del núcleo de la especialidad en cuestión, en particular para aquellos que no son egresados de la carrera en que se desempeñan ni de alguna otra afín, atendiendo a la propia experiencia pedagógica de los presentes autores y de lo que al respecto se viene publicando en otros países.

Palabras clave: Plan de estudio, ingeniería, labor docente, sugerencias al profesor.

Abstract

In the Study Plans of engineering careers and others at the university level, the subjects that are not part of the core of the specialty in question represent a significant proportion of hours. It can be seen through different channels that there are shortcomings in teachers of these subjects, with regard to properly prioritizing essential general aspects raised in these governing documents. With a more intentional teaching work, these teachers will be able to raise the quality of their training work in different dimensions and make the intra, inter and transdisciplinary nature of their activity more effective, thus contributing to a greater extent to the objectives set out in the Plan study of the career in which they occupy. The results of a qualitative and documentary research are presented, commenting on essential aspects exposed in valuable documents. The objective of this paper is to make suggestions for teaching engineering, to be taken into consideration by teachers of subjects that are not from the core of the specialty in question, in particular for those who are not graduates of the career in which they work



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

or of some other related, taking into account the own pedagogical experience of the present authors and what has been published in other countries in this regard.

Keywords: *Study plan, engineering, teaching work, suggestions to the teacher.*

Recibido: 07/10/2020
Aceptado: 23/12/2020

Introducción

En Cuba desde los últimos lustros se han venido sucediendo los diferentes Planes de Estudio para las carreras universitarias, bajo la dirección del Ministerio de Educación Superior (MES); estos documentos constituyen una evidencia notoria del avance de la cultura universitaria en el país, en particular en las dimensiones pedagógica y didáctica. Desde el pasado año está vigente, para la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, ICI, el llamado Plan “E”, MES (2019). Profundizar en las esencias de la profesión de ingeniería y características que debe poseer un ingeniero, son elementos de primera importancia para tener un desempeño relevante como profesor en las distintas acciones de formación del futuro ingeniero, cualquiera que sea la ingeniería de que se trate, y la disciplina y asignaturas en las que se participen.

Existen numerosas publicaciones sobre la enseñanza de la ingeniería (algunas se comentan más adelante) que convergen frecuentemente con las que tratan las características de las correspondientes carreras y profesiones que ejercen dichos graduados universitarios, por la indisoluble interconexión de ambas etapas en tiempo a la que están asociadas, la primera del orden de cuatro años y la segunda durante toda la vida laboral.

El objetivo del presente trabajo es realizar sugerencias para la enseñanza en la ingeniería, a tomar en consideración en asignaturas que no sean del núcleo de la especialidad en cuestión, atendiendo a la propia experiencia pedagógica de los presentes autores y de lo que al respecto se viene publicando en otros países, lo que debe ser de utilidad principalmente para numerosos profesores que se encuentran en la mencionada situación y en particular para los que no son egresados de la carrera en que se desempeñan ni de alguna otra afín, dado que les permitirá hacer más efectivo el carácter intra, inter y transdisciplinario de su labor docente y contribuir así en mayor medida a los objetivos que se plasman en el Plan de estudio de la carrera en que se ocupen. En la consecución del mencionado objetivo, se hace necesario dedicar una parte apreciable del presente documento a sistematizar aspectos generales de la profesión y enseñanza de la ingeniería, que resultan los fundamentos de las pautas que se proponen posteriormente.

Materiales y métodos



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Los materiales y métodos empleados en el presente artículo se corresponden con los necesarios para llevar a cabo una investigación cualitativa que se sustenta en dos fuentes predominantes: la que se origina en la práctica de la enseñanza a estudiantes de ingeniería por varias décadas y la proveniente de un estudio de la literatura sobre la profesión y la enseñanza de la ingeniería. De la primera fuente y asociada al enfoque del presente trabajo, es de considerar la significativa labor docente de sus autores, y una extensa y profunda labor de dirección y asesoramiento en Trabajos de Tesis de culminación de estudios de ingeniería. Complementa a lo anterior, una reconocida labor de posgrado, tanto en Diplomados, Maestrías y Especialidades, así como de Doctorados, incluida la impartición de diversos cursos de Metodología de la Investigación, Estadística, Diseño de experimentos, Optimización, Métodos Numéricos, Modelación Matemática y Simulación de Procesos, a profesionales de diversos centros científicos prestigiosos del país y del extranjero.

Teniendo en cuenta las dos fuentes mencionadas, lo que se presenta pueden considerarse los resultados de una investigación de esencias cualitativa y documental, con sus rasgos de intervención acción. En la dimensión del tiempo, con mayor intención a lo transversal, en lo concerniente a la investigación documental (tanto la profesión como la enseñanza de la ingeniería son variables que no se mueven significativamente en el entorno de uno o dos lustros); y longitudinal, en lo relativo al proceso de consolidación de experiencias de los presentes autores en la enseñanza de la ingeniería, las que permiten enumerar el conjunto de sugerencias declaradas más adelante.

Lo que se alude en esta sección, respecto a elementos de metodología de la investigación, responde a lo que plantean autores como Hernández, Fernández y Baptista (2014), Maldonado (2015), Legrá (2018) y Bernardo, Carbajal y Contreras (2019).

Resultados y discusión

Diversas entidades se ocupan de publicar experiencias, expectativas y pronósticos, sobre la formación de ingenieros; en primer lugar, las propias universidades e institutos en los que tiene lugar dicha formación; también se destacan en dichas publicaciones las organizaciones de profesionales de ingeniería, así como entidades empresariales empleadoras de tales profesionales. Asimismo, a título personal, autores y colectivos de autores, escriben valiosos artículos científicos, libros, reportes técnicos y otros documentos, en los que dan a conocer sus análisis al respecto, con vistas a elevar la calidad de los futuros egresados de ingeniería.

Los autores del presente trabajo estimamos de actualidad y valor significativos las cuestiones principales recogidas en los documentos que se reseñan en lo adelante, pertinentes mayoritariamente de ser considerados en la enseñanza desde todas las asignaturas, incluidas aquellas que no sean de la especialidad de la carrera de ingeniería en cuestión.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Incluso como es de esperar, en algunos con más años de publicados, supieron identificar cuestiones trascendentes que se cumplen cabalmente hoy día. Alertamos que un análisis más completo de algunas de las referencias, requerirían deslindar cuestiones que pudieran diferenciarse de los intereses de un desarrollo social justo, atributo esencial de una formación económico social socialista. A continuación, atendiendo a los objetivos de este artículo, se amplían sucintamente varios de los aspectos más importantes que se recogen en las publicaciones accedidas.

Fundamentos de la formación ingenieril declarados en el pasado siglo

Una obra temprana y con buen nivel de actualidad sobre la ingeniería y su enseñanza, la constituye Cross (1952). Comienza estableciendo con claridad las diferencias e interdependencias entre Ingeniería, Ciencias y Humanidades; la didáctica de la ingeniería debe tener claridad sobre estos aspectos, que guían lo que debe tomar como referencia la enseñanza en cada uno de esos tres ámbitos. Por el año en que fue publicada, su lectura debe ser contextualizada, si se tratara de llevar a sus símiles en ingenierías relativas a la informática, una de las ramas de esa profesión no existente en aquel momento. El autor aludido expresa:

“En general, los objetivos (de la ingeniería) son la flexibilidad del diseño y la simplicidad de la construcción. El proyecto debiera buscar la conveniencia, o el uso, o la belleza del contorno, para obtener una construcción simple y económica. El perfeccionamiento de una solución puede deberse al conocimiento especializado del ingeniero de las formas estructurales, o a la habilidad de un constructor para cortar y soldar. Algunas veces se justifica acreditar una solución a la gracia del fabricante del equipo, o quizá a un hombre dedicado a realizar obras que es capaz de mezclar un buen concreto”.

Lo de “...construcción...”, sería el equivalente a *sistema informático*; “...formas estructurales...”, se estará refiriendo a *algoritmos particulares*; y “...constructor...”, resultaría el símil del *programador* que interviene en el desarrollo del software. A continuación agrega el citado autor:

“La historia de la ingeniería, como la del progreso estructural, representa el avance paralelo de cuatro elementos: Los materiales, los métodos usados en las obras y en los talleres, los conceptos usados en el diseño, y aquellas ilustraciones que hacen más definidos y claros los elementos que intervienen en el proyecto. La necesidad inmediata, casi siempre de carácter económico, dicta cuál de estos elementos progresa y cuál queda atrás en una década determinada.”

En este último párrafo “progreso estructural”, se pudiera entender como *desarrollo informático*. Esta forma de doble lectura de la obra, adecuada a una u otra carrera, les permitirá a los interesados conocer en mayor medida el alcance de los planteamientos esenciales de Cross (1952) sobre la enseñanza de la ingeniería, los que por supuesto, se deben actualizar con los nuevos recursos que al respecto aportan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones,



TIC, así como con el intenso avance en otras ramas de la ciencia y la técnica, de las décadas posteriores a su publicación. La obra posee un capítulo íntegro (de ocho que la conforman) dedicado a la educación del ingeniero; en este, entre otros valiosos análisis, el autor plantea que “Los jóvenes del nuevo mundo serán capaces de adaptarse a los nuevos problemas y a los materiales modernos si aprenden la importancia que tienen las necesidades juiciosas, se les entrena para asimilar las pruebas y se les enseña a estudiar las costumbres y la conveniencia de la humanidad”. La lectura de dicha obra, con un enfoque contextualizado de lo que se plantea como se alertó antes, resultará en la elevación de la cultura sobre las carreras y profesión de la ingeniería, para aquellos que la asuman.

Experiencias y perspectivas desde el ámbito iberoamericano

Importantes documentos del Plan Estratégico de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, los da a conocer Giordano (2016). En lo que se alude en lo adelante de dicha obra se apreciará que es de significativo valor y actualización para apoyar la labor de los docentes de ingeniería de cualquier país, aunque las asignaturas en las que se desempeñen no sean del núcleo de la especialidad de la ingeniería en la que ejerza su docencia, y que ciertamente en lo que a una proyección futura respecta, trasciende el ámbito iberoamericano. El documento en cuestión formula:

“La formación de los ingenieros en Iberoamérica procurará garantizar que los egresados puedan ejercer su profesión con idoneidad, ética y competencia en cualquier lugar del mundo y, desde luego, prioritariamente en cualquiera de los países de la región gracias a su comprensión de los valores históricos, culturales y sociales que nos identifican”.

Especifica además que:

“Entre los modos deseables en un profesor de ingeniería es importante considerar las diferentes perspectivas del trabajo docente: investigación, capacidad de síntesis y análisis, experiencia y enseñanza, como elementos esenciales de un compromiso integral, capaz de divulgar sus buenas prácticas y de orientar a los estudiantes en la comprensión de los problemas de la sociedad y en la búsqueda de alternativas de solución que atiendan las múltiples restricciones y variables impuestas”.

En el documento anterior se relacionan varias de las condiciones que deben poseer los profesores, entre las que se destacan:

“Ser un profesional de la docencia. Ser capaz de integrar la práctica con la docencia y la investigación. Ser un referente social y ético de sus estudiantes. Orientar el aprendizaje empleando sólidos principios y estrategias de enseñanza. Promover iniciativas y redes de investigación sobre la enseñanza de la ingeniería. Ser respetuoso de los derechos humanos, del medio ambiente y los recursos públicos. Ser de amplia cultura, y trascender las limitaciones disciplinares”.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

En Giordano (2016) se distinguen: “COMPETENCIAS GENÉRICAS: se adopta un significado local de competencias genéricas, vinculadas a las competencias profesionales comunes a todos los ingenieros“. Y, “COMPETENCIAS ESPECÍFICAS: son las competencias profesionales comunes a los ingenieros de una misma terminal o disciplina”. Dichos autores precisan que no plantean una relación “... de competencias demasiado detalladas, debido a que las competencias son capacidades integradas y complejas, por lo cual es pertinente un abordaje sintético desde la complejidad, que luego se desagregue en niveles componentes adecuados para una implementación curricular“. Cabe destacar que en el documento en cuestión, se ocupan de desagregar en capacidades, cada una de las competencias que se aluden a continuación.

A su vez, estos autores mencionados antes, subdividen su propuesta de Competencias genéricas, en dos grupos: I. *Tecnológicas*, y II. *Sociales, políticas y actitudinales*. Declaran cinco competencias tecnológicas: 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos). 3. Gestionar –planificar, ejecutar y controlar– proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos). 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería. Y, 5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. Y relacionan a la vez, cinco Competencias sociales, políticas y actitudinales: 1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. 2. Comunicarse con efectividad. 3. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. 4. Aprender en forma continua y autónoma. Y, 5. Actuar con espíritu emprendedor.

La Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, ANFEI (2015), de México, comparte experiencias y conocimientos “...relacionadas con lograr un mejor aprendizaje, mejorar constantemente la calidad de los procesos educativos, actualizar los medios y métodos de enseñanza y la organización académica, entre otros puntos, para que los actores principales, los profesores y los alumnos, logren cumplir su propósito”. Los contenidos de la publicación se agrupan mayormente en: Los Profesores de Ingeniería en México. El Estudiante de Ingeniería en México. Impacto de los Programas y Proyectos Institucionales en la Formación de Ingenieros. Y, Papel de la Investigación en la Formación de los Ingenieros. En lo que exponen se encuentran analizados de forma actualizada y válidos para diversos países, lo concerniente a “la docencia e investigación en Ingeniería; enseñanza de las ciencias; tendencias de la Enseñanza de la Ingeniería; Educación Continua; planes de estudio, calidad integral y mejoramiento continuo de la enseñanza; la vinculación y los Retos de la Ingeniería en el siglo XXI”. Además, aspectos de “evaluación y la acreditación en Ingeniería; la enseñanza de las Ciencias Básicas; formación humanística del Ingeniero, educación por



competencias, flexibilidad curricular, créditos académicos, la calidad de los servicios educativos, el Espacio Común de la Educación Superior en ingeniería, entre otros”.

Vega-González (2013) argumenta sobre cómo ha transcurrido hasta el presente la educación en ingeniería en México y en universidades norteamericanas, australianas y asiáticas. Realiza una propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI, que se sustenta en que los estudiantes que ingresen “posean un muy buen nivel de conocimientos en las materias de física y matemáticas básicas; además, deben haber adquirido un nivel mínimo de conocimientos en materias de otras áreas como la historia, geografía, español, biología y la educación cívica, entre otras”. Considera que debe fortalecerse la participación de estudiantes en proyectos que resulten de interés para las empresas, el sistema de aprendizaje por trabajo, y darles flexibilidad a los estudiantes en la selección de contenidos de estudio.

Capote, Rizo y Bravo (2016), analizan la problemática de la formación de ingenieros en la actualidad y describen los rasgos esenciales que deben caracterizar al ingeniero como profesional. Para alcanzar dichos rasgos y enfrentar el futuro, plantean la necesidad de dotar al estudiante universitario del siguiente conjunto de habilidades o destrezas: 1. Destrezas de aprendizaje independiente e interdependiente para toda la vida. 2. Habilidades de pensamiento crítico y creativo para la solución de problemas. 3. Habilidades o competencias para el trabajo interpersonal y el trabajo en equipo. 4. Competencias comunicativas. 5. Habilidades para expresar juicios y capacidad de autojuicio (evaluación y auto-valoración). 6. Integración del conocimiento disciplinar. Y, 7. Capacidad para manejar el cambio.

Las características de la profesión y de los programas de estudio de la Ingeniería de Software, quedan exhaustivamente presentados por THE JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA (2004), incluido como es de esperar lo del rol de la práctica profesional en la formación de los futuros egresados, y la participación de la industria en la elaboración de los planes de estudio. Al capítulo introductorio le suceden otros siete de contenidos muy pertinentes (“2. The Software Engineering Discipline. 3. Guiding Principles. 4. Overview of Software Engineering Education Knowledge. 5. Guidelines for SE Curriculum Design and Delivery. 6. Courses and Course Sequences. 7. Adaptation to Alternative Environments”). Permanecen con marcada actualidad las cuestiones tratadas en la obra aludida antes. Y de los propios autores institucionales, pueden consultarse algunas actualizaciones en los currículum de los programas de ingenierías en computadoras, THE JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA (2016).

En el propio campo de la enseñanza de la ingeniería y la gestión de software, Ciudad (2019) estima que deben resolverse tres problemáticas interdependientes para mejorar la didáctica de esa disciplina. Las problemáticas que refiere son las de: I. Producción de software, II. Diseño curricular y III. Metodológicas. El autor entra en detalles en



siete áreas de transformaciones que considera necesarias: 1. “El proyecto industrial de desarrollo de software como núcleo de la formación”. 2. “Las TIC como sustento del proceso de formación a través de un ecosistema tecnológico de enseñanza-aprendizaje como contexto formativo”. 3. “Concepción dinámica del proyecto de desarrollo de software en torno a la formación complementaria de la actividad académico investigativa que necesita la industria”. 4. “Trabajo colaborativo y en equipo como formas fundamentales de organización docente y para la evaluación”. 5. “Capacitación a los formadores en el diseño, uso y evaluación de las TIC en el proceso de formación”. 6. “Capacitación a los formadores en cuanto al enfoque metodológico organizado en proyectos, basado en problemas y casos para el proceso de formación”. Y, 7. “Acciones metodológicas y administrativo-normativas para modificar los modos de pensar y hacer la enseñanza”.

Experiencias y recomendaciones sobre la enseñanza de la ingeniería desde otras regiones del mundo, con horizontes hasta el 2020 y 2030

La Academia Nacional de Ingeniería (en inglés, *National Academy of Engineering*, NAE), de Estados Unidos, promocionó la elaboración del reporte técnico “The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century”, el cual posee en su contenido cuatro partes principales: 1. Contexto tecnológico de la práctica de ingeniería. 2. Contextos social, global y profesional de la práctica de ingeniería. 3. Aspiraciones para el Ingeniero del 2020. Y, 4. Atributos del ingeniero en el 2020. Afirman que muchos de los atributos clave de los ingenieros en 2020 serán similares a los de aquella fecha, pero se volverán más complejos por el impacto de la nueva tecnología. Y que al revisar esos atributos perdurables para los ingenieros, también identifican las características esenciales que conectan el pasado, el presente y el futuro de la ingeniería. A lo que añaden, que como ocurre con cualquier profesión, también reconocen el imperativo de permanecer flexibles y adoptar los cambios necesarios que permitan el éxito constante NAE (2004).

En particular se expresa que los ingenieros en 2020 mostrarán ingenio práctico. Traen a colación que la palabra ingeniería se deriva de ingeniero; ayer, hoy y siempre, la ingeniería será sinónimo de ingenio: habilidad para planificar, combinar y adaptarse. Agregan que, utilizando la ciencia y el ingenio práctico, los ingenieros identifican problemas y encuentran soluciones. Añaden que este seguirá siendo un pilar de la ingeniería, pero que a medida que la tecnología continúa aumentando en complejidad y el mundo se vuelve cada vez más dependiente de la tecnología, es probable que cambien la magnitud, el alcance y el impacto de los desafíos que enfrentará la sociedad en el futuro. Puntualizan a modo de ejemplo, que los temas relacionados con el cambio climático, el medio ambiente y las intersecciones entre tecnología y políticas sociales/públicas son cada vez más importantes. Sobre habilidades del ingeniero consideran a la creatividad (invención, innovación, pensamiento innovador, arte), la comunicación y el



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

liderazgo, fundamentando en detalles cada una de estas tanto para el presente como para el futuro, NAE (2004). Resultó un pronóstico acertado el de NAE (2004), que para el 2020, la necesidad de soluciones prácticas estará en una etapa crítica o próxima a ella, y los ingenieros y su ingenio, serán cada vez más importantes.

Alok, Saipriya and Prabhanjan (2020) se pronuncian sobre la necesidad de mejorar la educación en ingeniería. Por el enfoque del documento y la fecha de su publicación, sus propuestas deben considerarse con horizonte al menos hasta el 2030. Se pronuncian a favor de lo que denominan *Aprendizaje persuasivo* a modo de estrategia de enseñanza. Alertan sobre la falta sustancial de metodología de enseñanza profesional en la educación de ingeniería, causantes de restringir los aspectos creativos de los alumnos; expresan que aunque existen varias metodologías que utilizan diversas herramientas y técnicas, a menudo las instituciones se apegan a las metodologías de enseñanzas tradicionales y convencionales. Además puntualizan que para llevar el sabor de la creatividad entre los alumnos y difundir la cultura de la innovación, se ha vuelto necesario que cada educador utilice diversas metodologías de enseñanza, como las Técnicas de Aprendizaje Activo, Aprendizaje colaborativo, Juego de roles, Analogía, Simulaciones y presentaciones, Cuestionarios, Seminarios web, Video conferencias, Lluvia de ideas, Resolución de problemas y Métodos de proceso de diseño entre otros tantos. Toman partido acerca de que las TIC se han convertido en una herramienta necesaria para mejorar la enseñanza y entran en detalles al respecto. Los presentes autores valoramos como avanzados los planteamientos de estos autores, si se ponderara lo que plantean de falta sustancial de metodología de enseñanza profesional en la educación de ingeniería, y lo de algunas otras afirmaciones un tanto quizás muy particulares, como la que expresa que a los estudiantes no se le presentan ejemplos de la vida real utilizando principios de ingeniería.

Los autores Walker, Desjardins y Przechalski (2020), divulgan una interesante experiencia de mejora de la enseñanza en un curso de bioingeniería; destacan que históricamente, la explicación de contenidos en el aula se ha basado en conferencias, pero que recientemente ha habido un llamado a los educadores a utilizar el aprendizaje activo para promover la participación de los estudiantes y una comprensión más profunda del material. Se pronuncian sobre las ventajas del aprendizaje activo apoyado en métodos que promuevan el compromiso con el material a través de actividades y requiera que los estudiantes piensen en lo que están haciendo. Basados en la aplicación de métodos mixtos, utilizaron el aprendizaje basado en juegos como una metodología de aprendizaje activo para integrar las habilidades del siglo XXI y los marcos epistémicos en el contenido del dominio del mencionado curso de bioingeniería. El marco se basa en el modelo tradicional de aprendizaje donde los estudiantes aprenden cómo replicar los procesos de pensamiento de un profesional de la industria y luego aplicar esas técnicas a su propio proyecto. Esto



los llevó a la conclusión de que el aprendizaje basado en juegos dentro del modelo de aprendizaje cognitivo se puede utilizar como una valiosa herramienta en el aula para impartir el plan de estudios en cursos de diseño de alto nivel.

Con una visión acerca de aspectos en ingeniería para el 2030, Warrington, Kulacki y Warrington (s/f) afirman que ahora es el momento de que la educación en ingeniería y su liderazgo, comiencen una reforma educativa focalizada para producir graduados que estén preparados tanto técnica como profesionalmente para abordar los amplios y variados desafíos y oportunidades del futuro. Precisan que sus recomendaciones no pretenden ser ni prescriptivas ni demasiado detalladas y estarían destinadas a fomentar la innovación para crear un paradigma educativo que tenga éxito en producir profesionales y líderes de ingeniería mecánica de clase mundial. Identifican que si bien hay muchas opciones y posibilidades, los componentes esenciales para los planes de estudios de ingeniería en general y de ingeniería mecánica y tecnología de ingeniería mecánica en particular, son la *flexibilidad* (por ejemplo, múltiples carreras de pregrado); *fuertes habilidades profesionales* (es decir, desarrollar al líder interno); *aprendizaje más activo*, basado en el descubrimiento (dejar que los estudiantes creen); y *menos contenido fáctico*, a favor de la definición y solución de problemas en contextos más amplios. Plantean que resulta obligatorio un significativo y continuo énfasis en los fundamentos y la formulación y resolución de problemas sobresalientes, sin extenderse a un contenido técnico adicional relevante más allá de los objetivos del plan de estudio. Estiman que deberían existir amplias oportunidades para que los estudiantes adquieran experiencia en el manejo de problemas y limitaciones generales a nivel de sistemas. Son del criterio de que estos conceptos deben integrarse a lo largo del programa de pregrado de cuatro años, y dar una mayor confianza a que se obtengan conocimientos más profundos en programas de posgrado.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OECD (2018), divulga el proyecto *Educación 2030: El futuro de la educación y las habilidades*. Se ocupan de ayudar a los países a encontrar respuestas a dos preguntas de gran alcance: "¿Qué conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesitarán los estudiantes de hoy para moldear y hacer prosperar su mundo en 2030?" y "¿Cómo pueden los sistemas de instrucción desarrollar estos conocimientos, habilidades, actitudes y valores de manera efectiva?". Estas interrogantes y otras que se mencionan más adelante de otra publicación de la propia organización, resultan válidas para todos los niveles de educación. OCDE (2019) amplía sobre lo concerniente a *Habilidades para 2030*; refieren que a medida que las tecnologías informáticas han desplazado el trabajo en tareas rutinarias, también han creado nuevas oportunidades de empleo para trabajadores con habilidades cognitivas no rutinarias, como creatividad, y habilidades sociales y emocionales. Estiman que las actitudes y los valores son un componente clave, que ayuda a los estudiantes a navegar hacia el bienestar y el futuro que queremos. Se refieren a los principios y creencias que influyen en las elecciones, juicios, comportamientos y acciones de uno en el camino hacia el bienestar individual, social y ambiental. Agregan que



fortalecer y renovar la confianza en las instituciones y entre las comunidades, depende del desarrollo de valores fundamentales compartidos de ciudadanía (respeto, equidad, responsabilidad personal y social, integridad y autoconciencia) en la escuela a fin de construir economías y sociedades más inclusivas, justas y sostenibles.

La visión de Kamp (2016) para la educación en ingeniería en 2030, abarca ocho aspectos clave: 1. Rigor del conocimiento en ingeniería. 2. Pensamiento crítico y resolución de problemas no estructurados. 3. Pensamiento interdisciplinario y sistémico. 4. Imaginación, Creatividad, Iniciativa. 5. Comunicación y colaboración. 6. Una mentalidad global: diversidad y movilidad. 7. Cultura de estudio ambiciosa: participación de los estudiantes y comunidad de aprendizaje profesional. 8. Empleabilidad y aprendizaje permanente. Otras consideraciones de Kamp (2016) a resaltar son:

“No es la creación y difusión, sino la adquisición, el intercambio y la combinación de conocimientos los que se convertirán en los factores clave del éxito. El nuevo mundo del trabajo también exige un enfoque más holístico de la educación en ingeniería. La nueva generación de mentes técnicas brillantes necesita entender cómo ayudar a resolver los desafíos sociales y de ingeniería del siglo XXI a través de soluciones creativas y viables, cuyo desempeño y función no solo dependen de la tecnología, sino también de los factores humanos y la inteligencia empresarial de la ingeniería. La educación en ingeniería solo estará preparada para el futuro si no solo conduce a una excelente preparación en rigor técnico, sino también en habilidades operativas para el pensamiento creativo, el liderazgo y la toma de decisiones que se requieren para liderar con éxito y resolver proyectos complejos”.

Puede apreciarse la coincidencia de este autor con otros referidos antes.

Correia, y Bozutti (2017) presentan un caso de estudio dirigido a profundizar en los desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z (entendida esta como la última generación, que comienza a mediados de 1990); dichos autores se plantean la interrogante: ¿cuáles son los desafíos que enfrentan los profesores y cuán importante será el uso de prácticas pedagógicas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la Generación Z en el programa de ingeniería? Proponen estudiar la implementación del método Aprendizaje basado en problemas y ampliar el estudio a otras universidades. De la información presentada resulta evidente la necesidad de avanzar en la actualización de la formación pedagógica de los profesores, de promover en mayor medida métodos activos de aprendizaje y formas de enseñanza más dinámicas que se adecuen a las características de los estudiantes.

Un problema que compete a todas las ingenierías en los diferentes países es el del Desarrollo sostenible, preparación para la cual deviene en un desafío de la educación superior. El análisis de cómo contribuir a la formación de los futuros egresados en esta trascendente dimensión de la formación universitaria, lo presentan Machín, Céspedes, Riverón y Fernández (2017), a partir de acciones en las asignaturas de Matemática, Física y Química, a lo que debe



añadirse que resulta válido extenderlo a todas las asignaturas del plan de estudio de las carreras, imbricadas de modo natural en el pregrado, dado el carácter inter y transdisciplinario de la clase de problemas en los que se integran los conocimientos de las ciencias naturales, sociales y humanísticas.

Todas las universidades con carreras de ingeniería necesitan mantener su atención a la dinámica de la formación de estos tipos de profesionales. Se concluye el presente epígrafe presentando lo que vienen haciendo en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, (siglas en inglés: MIT) para anticipar lo que debe tener como metas la dirección futura de la formación de ingenieros, presentado por Graham (2017) quien presenta el estado del arte en la enseñanza de la ingeniería, en el que se desarrollan los aspectos: “Who are the current leaders in engineering education? Who are the emerging leaders in engineering education? How should quality in engineering education be measured? Challenges to the global progress of engineering education”. Como puede inducirse, esa publicación identifica aspectos relevantes de la educación en ingeniería, en particular los aspectos de calidad y retos en este ámbito.

Sugerencias para la enseñanza en Ingeniería de asignaturas que no son de la especialidad

Los presentes autores, además de nuestra propia actividad de formación de estudiantes de ingeniería, poseemos numerosas vivencias de visitas de control a actividades docentes, ejercicios de los profesores en los procesos de cambios de categorías docentes, participación en reuniones de análisis de resultados docentes, ejercicios de profesores en el desarrollo y defensa de maestrías y doctorados, entre otras. De tales vivencias se hace evidente con frecuencia no despreciable, la carencia en profesores que no son de las asignaturas de la especialidad de una carrera de ingeniería, de la falta de atención a los objetivos principales que se deben alcanzar en la formación de los futuros egresados. Con una labor docente más intencionada, a partir de priorizar con mayor sistematización aspectos generales esenciales planteados en el Plan de Estudio y otros documentos rectores, estos profesores podrán elevar la calidad de su trabajo formativo en distintas dimensiones y hacer más efectivo el carácter intra, inter y transdisciplinario de su actividad, contribuyendo de este modo en mayor medida a los objetivos que se plasman en el Plan de estudio de la carrera en que se ocupen.

Las carreras de ingeniería necesariamente poseen una proporción importante de horas que se dedican a disciplinas que no son propiamente de la especialidad, pero que resultan imprescindibles como base de conocimientos en las mismas, como lo son la Matemática, Física, Química y Ciencias Empresariales, y las asignaturas que responden a objetivos relacionados con las Ciencias Sociales. En particular los autores del presente trabajo apreciamos que la Matemática está presente como promedio en más del 80% del total de horas en los planes de estudio de los ingenieros, aunque una buena parte de esa presencia lo es desde las asignaturas correspondientes a los contenidos propios de la especialidad,



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

dado que dicha disciplina es de hecho el lenguaje de las ciencias para desarrollar los modelos que describen los fenómenos y el funcionamiento de las tecnologías que conforman los diseños, operación, mantenimiento y desarrollo en las distintas áreas, que se estudian dentro de las disciplinas propias de la especialidad, y de los algoritmos a emplear cuando resulten necesarios.

Vale añadir que la Matemática también es la base de la modelación y simulación, con el apoyo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), de presencia relevante en asignaturas del núcleo de las carreras de ingeniería, lo que no sucede ciertamente en magnitud similar con la Ingeniería en Software, Informática y carreras similares, en las que dedican muchas horas a la Programación y procesos de Desarrollo de Software, dentro de los que la Matemática tiene poca presencia, exceptuando temas de la Matemática Discreta.

Los contenidos de Ciencias Sociales requieren asimismo una proporción significativa de horas para reforzar valores y habilidades imprescindibles del futuro ingeniero, tanto para alcanzar éxitos en su desempeño profesional como en los deberes que adquiere con su país y el mundo. Dadas las características del trabajo del ingeniero, en su formación resultan muy importantes además contenidos de las ciencias económicas, dado a que en su quehacer debe tener presente lo de elaboración de proyectos, diseño, desarrollo de artefactos y sistemas, aspectos económicos del mantenimiento y mejora de procesos, entre otros elementos.

Para tener en cuenta especificidades de lo que hay que contribuir a mejorar desde la formación, es necesario estar bien informado de la carrera en la que el docente se desempeña, en particular de los objetivos generales y disciplinas que lo conforman. A modo de ejemplo y en particular para la carrera ICI, en su Plan de Estudio E, MES (2019), se declaran tres objetivos generales:

1. Gestionar las transformaciones de los procesos de las organizaciones asociados al tratamiento computacional de la información, para tomar decisiones basadas en datos y generar conocimiento, con un enfoque científico y humanista de servicio a la sociedad
2. Desarrollar, adoptar y mantener sistemas, productos y servicios informáticos, para contribuir a racionalizar u optimizar, con un sustento socio-económico socialista, los procesos y recursos de las organizaciones
3. Gestionar, desde una perspectiva de soberanía tecnológica y ciberseguridad, la infraestructura computacional que soporta los sistemas, productos y servicios informáticos

Los profesores que integran el claustro de la carrera de ICI de la Universidad de las Ciencias Informáticas, deben contribuir en alguna medida a los objetivos anteriores, desde cualquiera que sea la asignatura que impartan a los estudiantes, así como a los objetivos del año y de la disciplina del Plan de Estudio en que se desempeñen.



En la Tabla 1 se muestran las Disciplinas que integran el Currículo Base, para el que se disponen de 2800 hr de un total de 3760 hr que se completan con 960 hr dedicadas a contenidos de los denominados Currículo propio, y Currículo optativo y electivo, del Curso Diurno. MES (2019). Se tendrían 848 hr entre las Disciplinas que no son de la especialidad de Informática (30,3% de las 2800), considerando entre estas a: Marxismo Leninismo, Historia de Cuba, Preparación para la Defensa, Educación Física, Matemática, Física y Gestión Organizacional.

Tabla 1: Disciplinas que integran el Currículo Base, de la carrera ICI, Curso Diurno*

Disciplinas del Currículo Base	
Disciplina	Horas
1. Marxismo Leninismo	152
2. Historia de Cuba	52
3. Preparación para la Defensa	68
4. Educación Física	112
5. Matemática	304
6. Física	64
7. Inteligencia computacional	320
8. Ingeniería y Gestión de Software	192
9. Técnicas de programación de Computadoras	352
10. Sistemas Digitales	256
11. Gestión Organizacional	96
12. Práctica Profesional	832
Total	2800

*Fuente: Plan de Estudios E, MES (2019)

La magnitud del porcentaje en horas indicado antes, refuerza el objetivo del presente trabajo, dirigido a los profesores que tienen a su cargo la enseñanza de asignaturas que no son de la especialidad. Una situación similar es de esperar que tenga lugar en otras carreras de ingeniería.

A continuación se comparten sugerencias a tener en consideración para alcanzar una enseñanza efectiva desde asignaturas que no sean de la especialidad:

1. Enseñar para lo más avanzado internacionalmente en cada ingeniería
2. Conocer en detalles el Plan de Estudio de la carrera en que se desempeña y los objetivos del año académico en el que imparte su asignatura
3. Tener presente de modo eficiente la intra e interdisciplinariedad



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

4. Incorporar la afectividad como piedra angular en las actividades docentes y fuera de estas
5. Atender cercanamente la motivación
6. Propiciar en las distintas actividades docentes el mayor protagonismo posible de los estudiantes
7. Actuar considerando las características individuales de los estudiantes, apoyado en una evaluación formativa pertinente
8. Utilizar métodos activos y mixtos de enseñanza, con la integración necesaria de las TIC
9. Inducir por vías y contextos diversos que los estudiantes utilicen, desarrollen o mejoren medios de enseñanza en soportes digitales, estimulando en particular aquellos soportados en teléfonos móviles, de la asignatura que imparte el profesor
10. Propiciar trabajos de investigación dirigidos a conocer los contenidos afines a la asignatura que explica el profesor, que se estudien en carreras similares de otras universidades
11. Procurar que los alumnos, a partir de la investigación, identifiquen medios de enseñanza en soporte digital, disponibles principalmente en universidades con carreras similares, que contribuyan a la enseñanza y el aprendizaje de determinadas asignaturas
12. Orientar a los estudiantes la identificación y caracterización de portales y sitios web, que resulten valiosos por los contenidos libres que soportan, para la enseñanza y el aprendizaje de ciertas asignaturas
13. Estimular a los estudiantes a que busquen en las redes sociales qué recursos están disponibles para el aprendizaje y participen de actividades en estas que les pudieran ser beneficiosas en su formación
14. Apoyar a los estudiantes en sus trabajos de asignaturas de la especialidad, en particular a los que les vinculan con la actividad profesional a la que se enfrentarán una vez graduados, incluidos el posible trabajo requerido para su graduación
15. Fomentar la participación de los estudiantes en concursos de conocimientos, eventos científicos y grupos de investigación

El análisis de las sugerencias anteriores y su enriquecimiento a partir de las experiencias personales, junto con el estudio de algunas de las obras citadas a lo largo del artículo, debe resultarle de utilidad para elevar la calidad de su docencia a los profesores que tienen a su cargo asignaturas que no son del núcleo de la especialidad, en particular para aquellos que no son egresados de la carrera en que se desempeñan ni de alguna otra afín. La mayor parte de las sugerencias presentadas también resultan apropiadas para los profesores de asignaturas del núcleo de la especialidad.



Conclusiones

Es necesario que cada profesor que imparte asignaturas que no son del núcleo de la especialidad en una carrera de ingeniería u otra de la enseñanza superior, tenga un conocimiento adecuado del Plan de Estudio correspondiente, que se apropie en buena medida de las características que debe poseer el futuro profesional a cuya formación aporta desde su asignatura y que desde su labor docente contribuya tanto como le sea posible a alcanzar los objetivos generales de la carrera.

Las sugerencias compartidas en el presente documento están dirigidas a alcanzar una docencia de mayor calidad y a mejorar la labor de los profesores que pudieran requerirlo, principalmente a aquellos que realizan su labor docente desde asignaturas que no son del núcleo de la especialidad y que no son graduados de la carrera en cuestión ni de alguna otra afín. El conjunto de sugerencias presentado debe ser mejorado en un futuro a partir de la evaluación del impacto que pudieran tener en la elevación de la calidad del proceso docente.

Contribución de los autores

Tito Díaz Bravo: Conceptualización - Ideas; formulación o evolución de metas y objetivos generales de investigación, curación de datos, análisis formal, Metodología, administración del proyecto, recursos, validación, visualización y Redacción del borrador original.

Ailec Granda Dihigo: Conceptualización - Ideas; formulación o evolución de metas y objetivos generales de investigación, curación de datos, análisis formal, Metodología, administración del proyecto, recursos, validación y supervisión.

María Teresa Pérez Pino: Conceptualización - Ideas; formulación o evolución de metas y objetivos generales de investigación, curación de datos, análisis formal, Metodología, administración del proyecto, recursos y validación.

Financiamiento

La presente investigación ha sido financiada mediante el proyecto de investigación "Pedagogía innovadora, del CICE"

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no poseen conflictos de intereses.

Referencias



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- ALOK, G., SAIPRIYA, P. and PRABHANJAN, N. Persuasive Learning Strategies for Transforming Engineering Education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 2020, Vol. 33, January: 402 – 407 p.
- ANFEI. La Formación de los Ingenieros en México. [En línea]. Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, 2015, 98 p. [Consultado el 12 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.anfei.mx/site/wp-content/uploads/2019/04/La_Formacion_de_los_Ingenieros.pdf
- BERNARDO, C. E., CARBAJAL, Y. M. y CONTRERAS, V. R. Metodología de la Investigación – Manual del Estudiante. San Martín de Porres, Universidad San Martín de Porres, 2019. 166 p.
- CROSS, H. Ingenieros y las torres de marfil - Práctica, enseñanza e ideales de la ingeniería. [En línea]. 1952. 87 p. [Consultado el 11 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.tocasa.es/ingeniero/ingenieros_y_las_torres_de_marfil.pdf
- CAPOTE, G. E.; RIZO, N. y BRAVO, G. La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. [En línea]. *Universidad y Sociedad*. 2016, 8 (1). p. 21-28. [Consultado el 9 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://rus.ucf.edu.cu/>
- CIUDAD, F. A. Apuntes para la enseñanza de la Ingeniería y la Gestión de Software - Un cambio de paradigma educativo centrado en el proyecto de desarrollo de software. [En línea]. Editorial Académica Española, 2019. 154 p. [Consultado el 9 de setiembre de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331867886_Apuntes_para_la_ensenanza_de_la_Ingenieria_y_la_Gestion_de_Software_Un_cambio_de_paradigma_educativo_centrado_en_el_proyecto_de_desarrollo_de_software#fullTextFileContent
- CORREIA, S. C. y BOZUTTI, D.F. Desafíos y dificultades en la enseñanza de la ingeniería a la generación Z: Un caso de estudio. [En línea]. *Propósitos y Representaciones*, 2017, 5(2): p. 127 -183. [Consultado el 30 de julio de 2020]. Disponible en: <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/163/313>
- Graham, R. The global state-of-the-art in engineering education. 2017. 55 p. [Consultado el 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://rhgraham.org/resources/Phase-1-engineering-education-benchmarking-study-2017.pdf>
- GIORDIANO, R. (Compilador). Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano - Formación de profesores y Desarrollo tecnológico e innovación. [En línea]. Quito, ARFO Editores e Impresores Ltda., 2016. 56 p. [Consultado el 13 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2016/07/Libro-Competencias-perfil-del-ingeniero-FINAL.pdf>
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la Investigación. México, McGraw-Hill / Interamericana Editores, 2014. 634 p.



- KAMP, A. Engineering Education in the Rapidly Changing World - Rethinking the Vision for Higher Engineering Education. Second Revised Edition. [En línea]. The Netherlands, Delft University of Technology, 2016. 92 p. [Consultado el 14 de agosto de 2020]. Disponible en:
<https://www.4tu.nl/cee/en/publications/vision-engineering-education.pdf>
- LEGRÁ, A. A. Elementos teóricos y prácticos de la investigación científico-tecnológica. Moa, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2018. 657 p.
- MACHÍN, F. O.; CÉSPEDES, S. G.; RIVERÓN, A. N. y FERNÁNDEZ, E. Sostenibilidad, ingeniería y enseñanza de las ciencias básicas. Marco teórico conceptual. [En línea]. Revista Iberoamericana de Educación, 2017, Vol. 73, p. 179-202. [Consultado el 13 de agosto de 2020]. Disponible en:
<https://rieoei.org/historico/documentos/rie73a08.pdf>
- MALDONADO, J. A. La Metodología de la Investigación. Tegucigalpa, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2015. 274 p.
- MES. Plan de Estudio “E”. Carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. La Habana, Ministerio de Educación Superior, 2019. 137 p.
- NAE. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century. Washington, 2004. 119 p. [En línea]. [Consultado el: 12 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/10999.html>
- OECD (2018). Education 2030: The Future of Education and Skills. Position paper. [En línea]. [Consultado el: 12 de agosto de 2020]. Disponible en: [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- OECD (2019). Future of Education and Skills 2030 - Concept Note. [En línea]. [Consultado el: 12 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/core-foundations/Core_Foundations_for_2030_concept_note.pdf
- THE JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA. Software Engineering 2004 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery, 2004. 135 p.
- THE JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering. . IEEE Computer Society. Association for Computing Machinery, 2016. 151 p.
- VEGA-GONZÁLEZ, L.R. La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI. [En línea]. Ingeniería, Investigación y Tecnología. 2013, 15 (2),



177–190. [Consultado el 2 de setiembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.elsevier.es/es-revista-ingenieria-investigacion-tecnologia-104-pdf-S1405774313722352>

WALKER, E., DESJARDINS, J. and PRZESTRZELSKI, B. Re-Designing The Senior Design Classroom Experience With Game-Based Learning. [En línea]. *Advances in Engineering Education*. Spring 2020. [Consultado el 7 de agosto de 2020]. Disponible en:

<https://advances.asee.org/wp-content/uploads/vol08/issue01/Papers/AEE-Pathways-Walker-2.pdf>

WARRINGTON, R.O.; KULACKI, F.A. Y WARRINGTON, A.C. (S/F). *Vision 2030: A Time for Engineering Leadership*. p. 1-8

<https://www.semanticscholar.org/paper/Vision-2030-%3A-A-Time-for-Engineering-Leadership-Warrington-Kulacki/4e70bbb941fa6b152e5afd2961d1ddc116e1b5ff>



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)